

Informe de Inspección de Vibraciones Generales (Cuerpo Entero)



Proyecto:

"Mina de Cobre Panamá"

Promotor:

Minera Panamá, S.A.













IVB-002-24

Septiembre - octubre, 2024

Informe de Inspección de Vibraciones Generales (Cuerpo Entero)

Proyecto:

"Mina de Cobre Panamá"

Preparado para:



Elaborado por:



Septiembre - octubre, 2024

	Elaborado por:	Aprobado por:
CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.		
	Responsable	Control de calidad
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2022	Vianka Gamboa C.T. Idoneidad N°1716	Jonathan Corro C.I.N. 2017-340-021

Índice

2.3.1. Introducción....4
2.3.2. Objetivo general....5
2.3.3. Objetivos específicos....5
2.3.4. Aspecto Metodológico....6
2.3.5. Especificaciones técnicas del equipo (monitor de vibraciones y acelerómetro) utilizado y datos generales....7
2.3.6. Resultados....10
2.3.7. Declaración de conformidad....17
2.3.8. Recomendaciones....17
2.3.9. Bibliografía....18
Anexos....19
Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones de Cuerpo Entero....20
Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo de medición (monitor de vibraciones)....27
Anexo 2.3.3. Certificados de Calibración del equipo de medición (monitor de vibraciones y acelerómetro)....34
Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma Nacional para Vibraciones Generales (cuerpo entero)....37
Anexo 2.3.5. Hojas de campo....41
Anexo 2.3.6. Mapa de Ubicación de las Mediciones de Vibraciones Generales (Cuerpo Entero)....48

2.3.1. Introducción

Se define como vibración a la oscilación o movimiento periódico de un cuerpo rígido o elástico, desde una posición de equilibrio; y esta puede ser medida a través de la tasa de cambio de velocidad (pies/seg^2 o m/seg^2 o gravedad) en función del tiempo, la frecuencia (Hz) y la duración de la exposición (min/ día o h/día) (NIOSH, 1989).

La vibración general, es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de una superficie de apoyo como los pies y regiones glúteas; o puede ser de tipo local, la cual se refiere a la vibración aplicada a zonas específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI, 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo con el potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, ejes (X, Y o Z) de entrada por mano/ brazo o por el cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar el rendimiento del trabajador ya que deteriora la capacidad de concentración, detrimento de sus facultades motoras o coordinación. Con la frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar juntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT, 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez, 2007).

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI[1]-COPANIT[2] 45-2000[3], establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, tanto generales como locales, durante su jornada laboral.

El presente Informe de Inspección de Vibraciones Generales (cuerpo entero), forma parte del Décimo Informe de Seguimiento realizado durante la fase del Plan inicial de Preservación y Gestión Segura (cuido y mantenimiento) del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", en el cual se presentan los resultados de las mediciones efectuadas a los operadores que utilizan maquinarias pesadas y vehículos de carga o de transporte.

2.3.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de las vibraciones generales (transmitidas a todo el cuerpo) a las que pueden estar expuestos los colaboradores durante el desarrollo de las actividades que forman parte del Plan inicial de Preservación y Gestión Segura (cuido y mantenimiento) del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".

2.3.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes generadoras y/ o transmisoras de vibraciones generales, a las que se exponen los colaboradores durante el desarrollo de sus actividades con maquinarías, vehículos de carga o de transporte, como parte del desarrollo del Plan de Preservación y Gestión Segura.
- Verificar los resultados de los niveles de vibraciones generales y compararlos con los respectivos límites máximos de referencia establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, para jornadas laborales de 8 horas de exposición.

---

[1] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[2] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.
[3] Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

2.3.4. Aspecto Metodológico

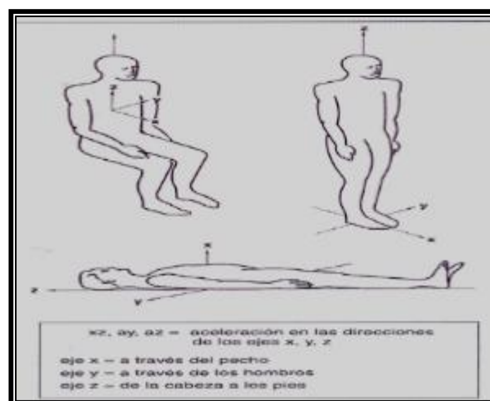
Para las mediciones de vibraciones de cuerpo entero, el parámetro que se evaluó fue el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de las vibraciones (RMS) y su comparación con la normativa nacional (Reglamento Técnico DGNTI – COPANIT 45-2000), para cada uno de los trabajadores evaluados, siguiendo la norma reconocida internacionalmente para realizar mediciones de vibraciones generales de cuerpo entero (ISO 2631-1:1997).

ISO 2631-1: 1997:

En las mediciones de vibraciones de cuerpo entero, el acelerómetro se colocó sobre el asiento del operador de las maquinarías o vehículos, con el objetivo de medir las vibraciones que se transfieren desde la fuente generadora, y pasan hacia todo el cuerpo de los operadores evaluados.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones utilizado las ponderaciones W_k y W_d, las cuales sirven para medir vibraciones generales, en la dirección de la columna vertebral en personas sentadas o de pie; en sentido vertical a la superficie donde se encuentran y personas tumbadas. Se evalúan las vibraciones en las tres direcciones espaciales (ejes X, Y y Z), según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la figura 2.3.1 (personas sentadas).

Figura 2.3.1. Esquema de las direcciones triaxiales para la medición de vibraciones de Cuerpo Entero



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.3.5. Especificaciones técnicas del equipo (monitor de vibraciones y acelerómetro) utilizado y datos generales

En la tabla 2.3.1 se muestran las especificaciones técnicas del vibrómetro (monitor de vibraciones y acelerómetro) y los datos generales de las mediciones.

Tabla 2.3.1. Información técnica de los equipos (monitor de vibraciones y acelerómetro) y datos generales

<table>
<tr><th colspan="5">Información técnica</th></tr>
<tr><td>Equipo empleado</td><td colspan="3">Monitor de vibraciones</td><td>Acelerómetro de Cuerpo Entero</td></tr>
<tr><td>Fabricante</td><td colspan="3">Larson Davis</td><td>Larson Davis</td></tr>
<tr><td>Modelo</td><td colspan="3">HVM200</td><td>SEN027</td></tr>
<tr><td>Serie</td><td colspan="3">0001643</td><td>P308562</td></tr>
<tr><td>Calibración</td><td colspan="3">8-05-2024</td><td>8-05-2024</td></tr>
<tr><td>Incertidumbre del equipo</td><td colspan="4">Ver anexo 2.3.3 (Certificados de Calibración del equipo de medición (monitor de vibraciones, acelerómetros y verificador)</td></tr>
<tr><td>Norma aplicada</td><td colspan="4">Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, Vibraciones Generales (cuerpo entero), en bandas de 1/3 de octava para jornadas de 8 horas de exposición.</td></tr>
<tr><td>Límites de referencia</td><td colspan="4">Ver anexo 2.3.4 Extracto de la Norma Nacional para Vibraciones Generales (Cuerpo Entero)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Metodologías de las mediciones</td><td colspan="4">Vibraciones de Cuerpo Entero (ISO 2631-1:1997)
Vibración Mecánica y Choque. Evaluación de la Exposición de los Seres Humanos a las Vibraciones en Todo el Cuerpo</td></tr>
<tr><td>Ponderación de frecuencia:</td><td>Ejes:</td><td colspan="2">Ubicación del acelerómetro:</td></tr>
<tr><td>W_d</td><td>Eje X</td><td colspan="2" rowspan="3">(Superficie del asiento)
X: de adelante hacia atrás.
Y: de lado a lado.
Z: de arriba hacia abajo.</td></tr>
<tr><td>W_d</td><td>Eje Y</td></tr>
<tr><td>W_k</td><td>Eje Z</td></tr>
<tr><td colspan="4">Fórmula para calcular el valor de exposición a vibraciones generales, con ponderación a ocho (8) horas:</td></tr>
</table>

Información técnica		
	$A_x(8) = 1,4a_{wx}\sqrt{\frac{T_e}{8}}$ $A_y(8) = 1,4a_{wy}\sqrt{\frac{T_e}{8}}$ $A_z(8) = a_{wz}\sqrt{\frac{T_e}{8}}$	
Fechas de las mediciones	Del 30 de septiembre al 3 de octubre de 2024	
Inspectores	Vianka Gamboa C.T. Idoneidad N°1716	Jonathan Corro C.I.N. 2017-340-021
Persona de Contacto		
Nombre	Katiuska Hernández	
Teléfono	6168-8517	
Correo electrónico	Katiuska.Hernandez@fqml.com	
Fecha de emisión	18 de febrero de 2025	

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2024. Nota: En el anexo 2.3.3 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

En la tabla 2.3.2 se muestran los datos generales de las mediciones efectuadas a los colaboradores evaluados y en el anexo 2.3.6, se muestra el mapa de ubicación de las mediciones realizadas.

Tabla 2.3.2. Datos generales de las mediciones de vibraciones generales (cuerpo entero) - Proyecto "Mina de Cobre Panamá"

Áreas	Frentes de trabajo	Colaborador(es)	Maquinaria/ equipo utilizado	Identificación del equipo	Coordenadas (UTM, WGS 84)	Fecha y hora del inicio de la medición	Tiempo de exposición efectivo	Duración de la Medición
Patio de carreta	**Uper Botija**	**Leandro Cruz**	Camión volquete	TTP003	978233 N/ 539370 E	Septiembre, 30 de 2024	6 horas	30 min.
Carretera camino a la costa	**kilómetro 6**	**Rosendo Mora**	Motoniveladora	GRL103	991752 N/ 532264 E	Octubre, 1 de 2024	6 horas	30 min.
		Ismaykel Sánchez	Vibro compactadora (Rola)	CON03	991752 N/ 532264 E	Octubre, 1 de 2024	5 horas	30 min.
TMF	**WR6**	**Rodrigo Camargo**	Camión articulado	HT078	979381 N/ 538974 E	Octubre, 2 de 2024	6 horas	30min.
	Celda 11 – Presa Norte	**Luis Moran**	Bulldozer	DZ039	983146 N/ 537243 E	Octubre, 3 de 2024	6.5 horas	30 min.
Tajo Botija	**SUP 29**	**Alcibíades Vásquez**	Motoniveladora	GRL04	978429 N/ 537128 E	Octubre, 3 de 2024	6.5 horas	30 min.

Fuente: Datos de campo. CODESA, 2024.

2.3.6. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de vibraciones generales (cuerpo entero), realizadas a los colaboradores, en los distintos frentes de trabajo del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".

Patio de carretera - Uper Botija

Luego de efectuada la medición al colaborador Leandro Cruz (operador del camión volquete - TTP003) los resultados muestran que, los valores para las aceleraciones en las frecuencias que van de 1 Hz a 80 Hz; en bandas de 1/3 de octava, para los Ejes X, Y, Z, se encuentran por debajo de todos los límites máximos para vibraciones generales (cuerpo entero) establecidos mediante el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, para jornadas de 8 horas de exposición. En la tabla 2.3.3 se presentan los valores resultantes en comparación con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.1 a 2.3.4).

Tabla 2.3.3. Resultados de la medición de vibraciones generales (cuerpo entero) y su comparación con los valores normados – Leandro Cruz

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.030	0,224	0.031	0,224	0.021	0,630
1,25	0.035	0,224	0.044	0,224	0.041	0,560
1,6	0.039	0,224	0.049	0,224	0.074	0,500
2	0.044	0,224	0.041	0,224	0.111	0,450
2,5	0.044	0,240	0.035	0,240	0.099	0,400
3,15	0.041	0,555	0.040	0,555	0.049	0,355
4	0.064	0,450	0.063	0,450	0.060	0,315
5	0.046	0,560	0.070	0,560	0.043	0,315
6,3	0.053	0,710	0.068	0,710	0.042	0,315
8	0.059	0,900	0.084	0,900	0.044	0,315
10	0.071	1,120	0.094	1,120	0.041	0,400

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
12,5	0.080	1,400	0.069	1,400	0.038	0,500
16	0.073	1,800	0.111	1,800	0.030	0,630
20	0.073	2,240	0.066	2,240	0.021	0,800
25	0.074	2,800	0.083	2,800	0.014	1,000
31,5	0.085	3,550	0.151	3,550	0.014	1,250
40	0.070	4,500	0.048	4,500	0.007	1,600
50	0.048	5,600	0.023	5,600	0.006	2,000
63	0.053	7,100	0.042	7,100	0.006	2,500
80	0.037	9,000	0.024	9,000	0.004	3,150

Fuente: CODESA, 2024.

Carretera camino a la costa - kilómetro 6

El colaborador Rosendo Mora (operador de la motoniveladora - GRL103) al cual, se le realizó una medición de vibraciones generales (cuerpo entero), sus resultados indicaron valores por debajo de todos los límites para las aceleraciones en las frecuencias que van de 1 Hz a 80 Hz, en bandas de 1/3 de octava, correspondientes a los Ejes X, Y, Z establecidos mediante el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, para jornadas de 8 horas de exposición. En la tabla 2.3.4 se presentan los valores resultantes en comparación con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.5 a 2.3.8).

Tabla 2.3.4. Resultados de la medición de vibraciones generales (cuerpo entero) y su comparación con los valores normados – Rosendo Mora

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.034	0,224	0.037	0,224	0.014	0,630
1,25	0.035	0,224	0.037	0,224	0.017	0,560

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
1,6	0.033	0,224	0.028	0,224	0.023	0,500
2	0.047	0,224	0.029	0,224	0.067	0,450
2,5	0.063	0,240	0.045	0,240	0.091	0,400
3,15	0.049	0,555	0.054	0,555	0.037	0,355
4	0.028	0,450	0.039	0,450	0.017	0,315
5	0.021	0,560	0.031	0,560	0.013	0,315
6,3	0.026	0,710	0.035	0,710	0.016	0,315
8	0.031	0,900	0.041	0,900	0.017	0,315
10	0.018	1,120	0.020	1,120	0.013	0,400
12,5	0.016	1,400	0.014	1,400	0.011	0,500
16	0.024	1,800	0.021	1,800	0.010	0,630
20	0.035	2,240	0.031	2,240	0.009	0,800
25	0.045	2,800	0.047	2,800	0.006	1,000
31,5	0.050	3,550	0.049	3,550	0.008	1,250
40	0.024	4,500	0.037	4,500	0.005	1,600
50	0.020	5,600	0.027	5,600	0.003	2,000
63	0.015	7,100	0.014	7,100	0.003	2,500
80	0.012	9,000	0.009	9,000	0.002	3,150

Fuente: CODESA, 2024.

El operador de la vibro compactadora (Rola) - COM03, Ismaykel Sánchez también se le realizó una medición de vibración de cuerpo entero en la cual, se obtuvieron valores menores para las frecuencias que van de 1 Hz a 80 Hz; en bandas de 1/3 de octava, correspondientes a los Ejes (X, Y, Z), en comparación con los límites máximos establecidos mediante el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, para jornadas laborales de 8 horas de exposición. En la tabla 2.3.5 se presentan los valores resultantes en comparación con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.9 a 2.3.12).

Tabla 2.3.5. Resultados de la medición de vibraciones generales (cuerpo entero) y su comparación con el valor normado – Ismaykel Sánchez

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s²)		Aceleración en Y (m/s²)		Aceleración en Z (m/s²)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.042	0,224	0.041	0,224	0.012	0,630
1,25	0.038	0,224	0.038	0,224	0.015	0,560
1,6	0.031	0,224	0.027	0,224	0.021	0,500
2	0.035	0,224	0.026	0,224	0.034	0,450
2,5	0.044	0,240	0.038	0,240	0.050	0,400
3,15	0.036	0,555	0.074	0,555	0.039	0,355
4	0.050	0,450	0.067	0,450	0.045	0,315
5	0.051	0,560	0.037	0,560	0.030	0,315
6,3	0.055	0,710	0.038	0,710	0.015	0,315
8	0.035	0,900	0.061	0,900	0.013	0,315
10	0.047	1,120	0.055	1,120	0.016	0,400
12,5	0.235	1,400	0.606	1,400	0.060	0,500
16	0.132	1,800	0.320	1,800	0.042	0,630
20	0.061	2,240	0.071	2,240	0.018	0,800
25	0.120	2,800	0.098	2,800	0.026	1,000
31,5	0.081	3,550	0.070	3,550	0.015	1,250
40	0.079	4,500	0.065	4,500	0.011	1,600
50	0.057	5,600	0.057	5,600	0.010	2,000
63	0.065	7,100	0.068	7,100	0.014	2,500
80	0.060	9,000	0.069	9,000	0.018	3,150

Fuente: CODESA, 2024.

TMF – (WR6 y Presa Norte, Celda 11)

Los resultados del colaborador Rodrigo Camargo (operador del camión articulado HT078) muestran valores por debajo de los límites máximos para vibraciones generales (cuerpo entero) para las frecuencias que van de 1 Hz a 80 Hz, en bandas de 1/ 3 de octava, correspondientes a los Ejes (X, Y, Z) establecidos mediante el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000,

para jornadas de 8 horas de exposición. En la tabla 2.3.6 se presentan los valores resultantes en comparación con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.13 a 2.3.16).

Tabla 2.3.6. Resultados de la medición de vibraciones generales (cuerpo entero) y su comparación con el valor normado – Rodrigo Camargo

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.033	0,224	0.049	0,224	0.042	0,630
1,25	0.052	0,224	0.044	0,224	0.098	0,560
1,6	0.049	0,224	0.043	0,224	0.119	0,500
2	0.036	0,224	0.043	0,224	0.070	0,450
2,5	0.073	0,240	0.060	0,240	0.051	0,400
3,15	0.056	0,555	0.078	0,555	0.030	0,355
4	0.054	0,450	0.098	0,450	0.018	0,315
5	0.077	0,560	0.123	0,560	0.018	0,315
6,3	0.062	0,710	0.103	0,710	0.013	0,315
8	0.046	0,900	0.048	0,900	0.011	0,315
10	0.028	1,120	0.029	1,120	0.013	0,400
12,5	0.028	1,400	0.032	1,400	0.016	0,500
16	0.033	1,800	0.026	1,800	0.015	0,630
20	0.038	2,240	0.022	2,240	0.010	0,800
25	0.035	2,800	0.022	2,800	0.007	1,000
31,5	0.029	3,550	0.021	3,550	0.005	1,250
40	0.024	4,500	0.019	4,500	0.004	1,600
50	0.017	5,600	0.012	5,600	0.003	2,000
63	0.015	7,100	0.011	7,100	0.003	2,500
80	0.015	9,000	0.011	9,000	0.003	3,150

Fuente: CODESA, 2024.

Por otra parte, al colaborador Luis Moran (operador del bulldozer DZ039) también se le realizó una medición de vibraciones general de cuerpo entero de la cual, se obtuvieron valores por

debajo de los límites máximos para las frecuencias que van de 1 Hz a 80 Hz, en bandas de 1/3 de octava, correspondientes a los Ejes (X, Y, Z) establecidos mediante el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, para jornadas de 8 horas de exposición. En la tabla 2.3.7 se presentan los valores resultantes en comparación con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.17 a 2.3.20).

Tabla 2.3.7. Resultados de la medición de vibraciones generales (cuerpo entero) y su comparación con el valor normado – Luis Moran

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.033	0,224	0.034	0,224	0.015	0,630
1,25	0.037	0,224	0.036	0,224	0.017	0,560
1,6	0.042	0,224	0.033	0,224	0.029	0,500
2	0.048	0,224	0.040	0,224	0.028	0,450
2,5	0.060	0,240	0.062	0,240	0.031	0,400
3,15	0.063	0,555	0.061	0,555	0.037	0,355
4	0.066	0,450	0.075	0,450	0.051	0,315
5	0.058	0,560	0.074	0,560	0.056	0,315
6,3	0.067	0,710	0.119	0,710	0.059	0,315
8	0.104	0,900	0.140	0,900	0.051	0,315
10	0.060	1,120	0.080	1,120	0.043	0,400
12,5	0.041	1,400	0.082	1,400	0.063	0,500
16	0.044	1,800	0.054	1,800	0.066	0,630
20	0.057	2,240	0.042	2,240	0.040	0,800
25	0.097	2,800	0.055	2,800	0.023	1,000
31,5	0.082	3,550	0.097	3,550	0.018	1,250
40	0.072	4,500	0.089	4,500	0.014	1,600
50	0.061	5,600	0.056	5,600	0.013	2,000
63	0.037	7,100	0.032	7,100	0.011	2,500
80	0.013	9,000	0.012	9,000	0.008	3,150

Fuente: CODESA, 2024.

Tajo Botija – SUP29

Los resultados de la medición de vibraciones de cuerpo entero efectuada a Alcibíades Vásquez (operador de la motoniveladora GRL07) muestran que, los valores de las aceleraciones en las frecuencias que van de 1 Hz a 80 Hz, en bandas de 1/3 de octava, correspondientes a los Ejes X, Y, Z, se encuentran por debajo de los límites máximos para vibraciones generales (cuerpo entero) establecidos mediante el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, para jornadas laborales de 8 horas de exposición. En la tabla 2.3.8, se presentan los valores resultantes en comparación con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.21 a 2.3.23).

Tabla 2.3.8. Resultados de la medición de vibraciones generales (cuerpo entero) y su comparación con el valor normado – Alcibíades Vásquez

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.028	0,224	0.031	0,224	0.008	0,630
1,25	0.028	0,224	0.038	0,224	0.014	0,560
1,6	0.028	0,224	0.029	0,224	0.029	0,500
2	0.039	0,224	0.029	0,224	0.101	0,450
2,5	0.045	0,240	0.045	0,240	0.090	0,400
3,15	0.026	0,555	0.068	0,555	0.030	0,355
4	0.025	0,450	0.058	0,450	0.016	0,315
5	0.028	0,560	0.045	0,560	0.014	0,315
6,3	0.021	0,710	0.050	0,710	0.021	0,315
8	0.015	0,900	0.033	0,900	0.018	0,315
10	0.014	1,120	0.018	1,120	0.015	0,400
12,5	0.023	1,400	0.022	1,400	0.021	0,500
16	0.033	1,800	0.018	1,800	0.023	0,630
20	0.038	2,240	0.025	2,240	0.020	0,800
25	0.025	2,800	0.040	2,800	0.009	1,000
31,5	0.017	3,550	0.031	3,550	0.004	1,250
40	0.013	4,500	0.024	4,500	0.002	1,600

Frecuencia media (Hz)	Aceleración en X (m/s^2)		Aceleración en Y (m/s^2)		Aceleración en Z (m/s^2)	
	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados (1/3 octava)	DGNTI-COPANIT 45-2000
50	0.014	5,600	0.023	5,600	0.003	2,000
63	0.010	7,100	0.010	7,100	0.002	2,500
80	0.006	9,000	0.007	9,000	0.001	3,150

Fuente: CODESA, 2024.

2.3.7. Declaración de conformidad

Luego de realizar un total de seis (6) mediciones de vibraciones generales de cuerpo entero a los colaboradores; Leandro Cruz, Rosendo Mora, Ismaykel Sánchez, Rodrigo Camargo, Luis Moran y Alcibíades Vásquez, todos dedicados a la operación de equipos pesados que desarrollaban actividades de la fase de cuido y preservación del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”; se concluye que, dichas mediciones arrojaron valores resultantes que se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos mediante el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, para cada una de las frecuencias (Hz) en bandas de 1/3 de octava de los Ejes evaluados (X, Y, Z), para jornadas de 8 horas de exposición.

2.3.8. Recomendaciones

- Continuar realizando los mantenimientos a las maquinarías y/o herramientas utilizadas por los colaboradores en el proyecto “Mina de Cobre Panamá” durante el Plan inicial de Preservación y Gestión Segura (cuido y mantenimiento).
- Seguir evaluando las vibraciones generales y locales (cuerpo entero y mano/ brazo) para los colaboradores expuestos a vibraciones, con el objetivo de conocer y registrar los niveles de aceleración que son transmitidos a sus cuerpos durante el desarrollo de su jornada laboral.

2.3.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Edición 2, pp. 1-31

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2021/12/45rt-dgnti-copanit-45-2000-1-1.pdf

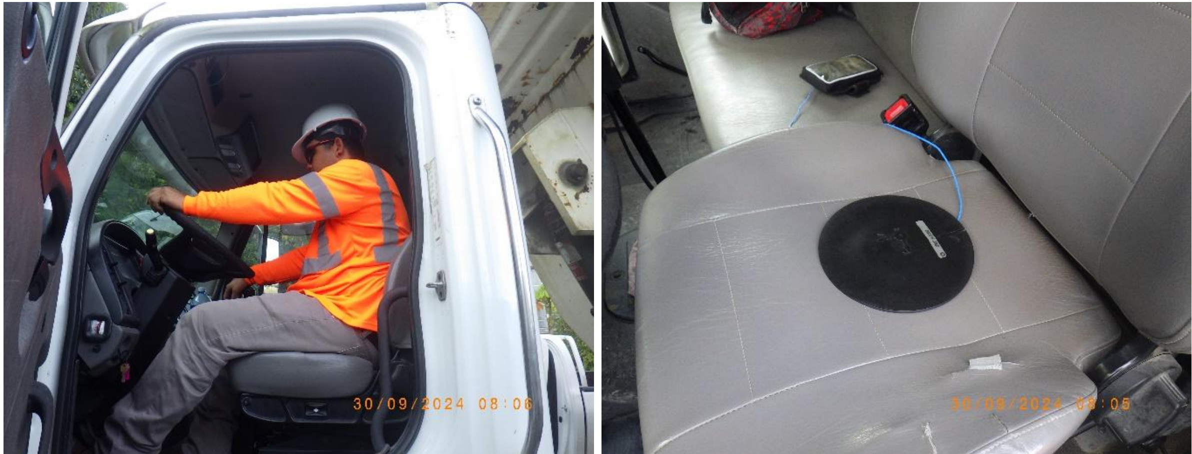
NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). 1989. Criteria for a recommended standard, Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration. pp. 1-161.

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf

Pichardo, G. & Jiménez. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. México D.F. Exposiciones virtuales, 1-16.

Anexos

Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones de Cuerpo Entero



Imágenes 2.3.1. y 2.3.2. Leandro Cruz, operador de camión volquete y vista del equipo de medición instalado sobre el asiento de la maquinaría



Imágenes 2.3.3 y 2.3.4. Vistas de las actividades realizadas por el colaborador en conjunto con el camión volquete TTP003; transporte de agregado





Imágenes 2.3.5. y 2.3.6. Rosendo Mora, operador de motoniveladora y vista del equipo de medición ubicado sobre el asiento de la maquinaría




Imágenes 2.3.7 y 2.3.8. Vistas de las actividades (colocación de capa base) realizadas por el colaborador en conjunto con la motoniveladora GRL103



Imágenes 2.3.9 y 2.3.10. Ismaykel Sánchez, operador de la vibro compactadora (rola) y vista del equipo de medición colocado sobre el asiento de la maquinaria



Imágenes 2.3.11 y 2.3.12. Vistas de las actividades desarrolladas (compactación de la vía) por el colaborador en conjunto con la vibro compactadora (rola) CON03





Imágenes 2.3.13 y 2.3.14. Rodrigo Camargo, operador de camión articulado HT078 y vista del equipo de medición ubicado sobre el asiento de la maquinaria





Imágenes 2.3.15 y 2.3.16. Vistas de las actividades desarrolladas por el colaborador en conjunto con el camión articulado – HT078 durante la medición; acarreo de zona 7



Imágenes 2.3.17 y 2.3.18. Luis Moran, operador del Bulldozer DZ039 y vista del equipo de medición colocado sobre el asiento de la maquinaría



Imágenes 2.3.19 y 2.3.20. Vistas de las actividades desarrolladas por el colaborador en conjunto con el bulldozer DZ039; conformación del corredor de tubería



Imágenes 2.3.21 y 2.3.22. Alcibíades Vásquez, operador de la motoniveladora GRL04 y vista del equipo de medición ubicado sobre el asiento de la maquinaría



Imagen 2.3.23. Vista del colaborador en conjunto con la maquinaría durante la medición de vibraciones generales de cuerpo entero

Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo de medición (monitor de vibraciones)

Vibraciones generales (cuerpo entero) Leandro Cruz – Uper Botija, Patio de carretera; operador de camión volquete TTP003

Eje X:

Fecha	Hora	RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-09-30	8:36:02	0.086	0.099	0.113	0.126	0.125	0.116	0.183	0.133	0.152	0.169	0.203	0.229	0.208	0.208	0.212	0.244	0.201	0.137	0.151	0.106

Eje Y:

Fecha	Hora	RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-09-30	8:36:02	0.089	0.124	0.140	0.116	0.100	0.115	0.179	0.200	0.194	0.239	0.268	0.196	0.317	0.189	0.238	0.430	0.137	0.065	0.120	0.069

Eje Z:

Fecha	Hora	RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-09-30	8:36:02	0.085	0.163	0.297	0.444	0.397	0.194	0.241	0.171	0.168	0.175	0.166	0.154	0.121	0.086	0.056	0.057	0.029	0.022	0.024	0.014

Vibraciones generales (cuerpo entero) Rosendo Mora – Carretera camino a la costa, kilómetro 6; operador de motoniveladora GRL103

Eje X:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-01	9:44:23	0.097	0.100	0.096	0.134	0.180	0.139	0.079	0.061	0.073	0.088	0.051	0.046	0.068	0.100	0.129	0.142	0.068	0.058	0.042	0.035

Eje Y:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-01	9:44:23	0.105	0.107	0.081	0.083	0.128	0.153	0.110	0.087	0.100	0.118	0.057	0.040	0.059	0.089	0.134	0.139	0.107	0.078	0.041	0.027

Eje Z:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-01	9:44:23	0.056	0.068	0.094	0.267	0.363	0.148	0.070	0.052	0.064	0.070	0.051	0.042	0.042	0.036	0.025	0.030	0.021	0.013	0.010	0.008

Vibraciones generales (cuerpo entero) Ismaykel Sánchez – camino a la costa, kilómetro 6; operador de vibro compactadora (rola) – CON03

Eje X:

		RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
Fecha	Hora	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-01	11:26:05	0.120	0.107	0.088	0.101	0.125	0.103	0.143	0.144	0.159	0.100	0.135	0.673	0.376	0.173	0.344	0.230	0.225	0.164	0.186	0.171

Eje Y:

		RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
Fecha	Hora	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-01	11:26:05	0.117	0.107	0.077	0.074	0.110	0.211	0.192	0.106	0.109	0.175	0.159	1.731	0.915	0.202	0.280	0.200	0.185	0.164	0.194	0.196

Eje Z:

		RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
Fecha	Hora	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-01	11:26:05	0.050	0.061	0.084	0.134	0.199	0.155	0.182	0.120	0.060	0.053	0.063	0.240	0.167	0.073	0.103	0.061	0.044	0.041	0.056	0.071

Vibraciones generales (cuerpo entero) Rodrigo Camargo – TMF, WR6; operador del camión articulado HT078

Eje X:

Fecha	Hora	RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-02	9:24:14	0.093	0.149	0.140	0.104	0.209	0.160	0.153	0.221	0.177	0.132	0.079	0.079	0.093	0.110	0.100	0.083	0.067	0.050	0.042	0.043

Eje Y:

Fecha	Hora	RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-02	9:24:14	0.140	0.126	0.123	0.122	0.173	0.224	0.279	0.351	0.295	0.138	0.081	0.091	0.073	0.063	0.062	0.061	0.053	0.035	0.032	0.032

Eje Z:

Fecha	Hora	RMS (m/s^2), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-02	9:24:14	0.170	0.394	0.476	0.279	0.205	0.121	0.073	0.072	0.051	0.046	0.052	0.064	0.060	0.042	0.028	0.018	0.016	0.013	0.011	0.012

Vibraciones generales (cuerpo entero) Luis Moran – TMF, Celda 11 Presa Norte; operador de Bulldozer DZ039

Eje X:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-02	15:04:33	0.095	0.106	0.119	0.138	0.171	0.179	0.189	0.166	0.192	0.298	0.172	0.117	0.126	0.164	0.278	0.236	0.204	0.175	0.107	0.038

Eje Y:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-02	15:04:33	0.098	0.102	0.094	0.115	0.176	0.173	0.215	0.213	0.340	0.400	0.229	0.235	0.154	0.119	0.158	0.276	0.253	0.161	0.090	0.034

Eje Z:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-02	15:04:33	0.060	0.070	0.118	0.113	0.126	0.149	0.202	0.223	0.237	0.205	0.172	0.253	0.264	0.161	0.091	0.073	0.058	0.053	0.042	0.031

Vibraciones generales (cuerpo entero) Alcibíades Vásquez – Tajo Botija, SUP29; operador de motoniveladora GRL04

Eje X:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-03	9:39:30	0.081	0.080	0.081	0.111	0.128	0.074	0.072	0.080	0.061	0.042	0.039	0.065	0.093	0.107	0.072	0.049	0.038	0.041	0.028	0.016

Eje Y:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-03	9:39:30	0.087	0.109	0.084	0.082	0.129	0.194	0.166	0.128	0.143	0.094	0.051	0.062	0.051	0.072	0.114	0.088	0.068	0.065	0.028	0.021

Eje Z:

Fecha	Hora	RMS (m/s²), Octava 1/3 (Hz)																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
2024-10-03	9:39:30	0.034	0.056	0.118	0.403	0.361	0.119	0.065	0.056	0.083	0.073	0.060	0.085	0.092	0.079	0.037	0.017	0.010	0.011	0.009	0.005

Anexo 2.3.3. Certificados de Calibración del equipo de medición (monitor de vibraciones y acelerómetro)

Certificado de Calibración (Monitor de vibraciones 0001643 y Sensor SEN027)

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0
Calibration Certificate

Certificado No: 284-2024-093 v.0

Datos de Referencia

Cliente: Corporacion de Desarrollo Ambiental, S.A.
Customer

Usuario final del certificado: Corporacion de Desarrollo Ambiental, S.A.
Certificate´s end user

Dirección: El Dorado, Avenida 14 B Norte.
Address

Datos del Equipo Calibrado

Instrumento: Monitor de Vibraciones Humanas
Instrument

Lugar de calibración: CALTECH
Calibration place

Fabricante: Larson Davis
Manufacter

Fecha de recepción: 2024-abr-27
Reception date

Modelo: HVM200
Model

Fecha de calibración: 2024-may-08
Calibration date

No. Identificación: N/A.
ID number

Vigencia: N/A
Valid Thru

Condiciones del instrumento: ver inciso f): en Página 2.
Instrument Conditions: See Section f): on Page 2.

Resultados: ver inciso c): en Página 2.
Results: See Section c): on Page 2.

No. Serie: 1643
Serial number

Fecha de emisión del certificado: 2024-may-09
Preparation date of the certificate:

Patrones: ver inciso b): en Página 2.
Standards: See Section b): on Page 2.

Procedimiento/método utilizado: Ver Inciso a): en Página 2.
Procedure/method used: See Section a): on Page 2.

Incertidumbre: ver inciso d): en Página 2.
Uncertainty: See Section d): on Page 2.

		Temperatura (°C):	Humedad Relativa (%):	Presión Atmosférica (mbar):
Condiciones ambientales de medición	Inicial	20,89	56,9	1007,6
Environmental conditions of measurement	Final	21,20	59,3	1007,5

Calibrado por: Ezequiel Cedeño B.
Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Rubén R. Rios R.
Director Técnico de Laboratorio

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones de referencia, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita de ITS Technologies, S.A.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren únicamente al objeto bajo observación, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. ITS Technologies, S.A. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos bajo observación o de este certificado.
El certificado no es válido sin las firmas de autorización, ITS Technologies, S.A.

Urbanización Chanis, Calle 6ta Sur - Casa 145, edificio J3Corp.
Tel.: (507) 222-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@itstecno.com

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

a) Procedimiento o Método de Calibración:

El método de calibración de los medidores de vibraciones humanas, se realiza por el Método de Comparación directa contra Patrones de Referencia Certificados.

Este Instrumento ha sido calibrado siguiendo los lineamiento del **PTC-11 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE MONITORES DE VIBRACIÓN HUMANAS V.0.**

b) Patrones o Materiales de Referencias:

Instrumento Instrument	Numero de Serie Serial Number	Ultima Calibración last calibration	Próxima Calibración Next calibration	Trazabilidad traceability
Generador de Vibraciones	25040	2024-abr-02	2025-abr-02	Scantek/ NVLAP
Termohigrobarometro	24221701634E47AA	2023-dic-13	2024-dic-13	Conamet/ SI
Termohigrometro, MX1101	20781579	2023-jul-24	2024-jul-24	MetriLAB/ SI

c) Resultados:

Frecuencia de medición (Hz): 0 Acelerómetro N/S: 0

	Aceleración de referencia (m/s^2)	Aceleracion Medida (m/s2)	Desv.M	Incertidumbre U=95% (m/s2)
EJE X				
	0,00	0,00	0,00	0,050
EJE Y				
	0,00	0,00	0,00	0,050
EJE Z				
	0,00	0,00	0,00	0,050

Frecuencia de medición (Hz): 15,92 Acelerómetro N/S: **P308562**

	Aceleración de referencia (m/s^2)	Aceleracion Medida (m/s2)	Desv.M	Incertidumbre U=95% (m/s2)
EJE X				
	1,0000	1,0204	0,0013	0,0500
EJE Y				
	1,0000	1,0137	0,0021	0,0501
EJE Z				
	1,0000	1,0292	0,0006	0,0500

d) Incertidumbre:

La estimación de la incertidumbre asociada a la calibración de medidores de ruidos (sonómetro) se realiza con base en los lineamientos presentados en la Guia para la estimación de la incertidumbre GUM.

La incertidumbre expandida se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar por un factor de cobertura (k = 2) que asegura el nivel de confianza al menos 95%

$$U(C_i) = k \cdot u(C_i)$$

El valor de Incertidumbre de la medición mostrado no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento calibrado

e) Observaciones:

Este certificado salvaguarda los resultados de las mediciones reportadas, en el momento y en las condiciones ambientales al momento de la calibración.

Este certificado cuenta con una Vigencia de calibración a solicitud del cliente.

Se realizo ajuste del equipo de acuerdo a lo recomendado por el fabricante en su manual de Usuario.

f) Condiciones del instrumento:

N/A

g) Referencias:

Se toma de referencia la Norma ISO 8041 de Respuesta Humana a las Vibraciones Humanas; los limites de tolerancia dados en esta Norma Internacional, ya que esta incluyen las incertidumbres expandidas asociadas a las medidas, calculada para un factor de cobertura de 2, a un nivel de confianza de aproximadamente 95%, recomendaciones por la GUM.

FIN DEL CERTIFICADO

284-2024-093 v.0

Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma Nacional para Vibraciones Generales (cuerpo entero)

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACIÓN DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505 Referencia:

Año: 1999 Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Titulo: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163 Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12 Tamaño en Mb: 1.223

Rollo: 513 Posición: 3827

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION Nº 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI – COPANIT 45 – 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.060	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES " X" y " Y".

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.3.5. Hojas de campo



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO			RE-33
Datos generales			
Nombre del proyecto:	Mina de Cobre Panamá		
Ubicación:	Donoso, Colón	Fecha:	30-9-2024
Promotor:	MINERA PANAMÁ, SA	Persona de Contacto:	Katiuska Hernández
Teléfono:	6168-8517	e-mail:	Katiuska.Hernandez@fqml.c
Información General			
Tipo de medición:	VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO	Nombre del colaborador:	LEANDRO CRUZ
Modelo del vibrómetro y sensor	HVM200 + SEN027	Cargo del colab.	OPERADOR DE EQUIPO
Coordenadas (UTM WGS 84):	978233 N – 539370 E	ID. de la maquinaria o herramienta	TTP003
Área/ sitio de inspección:	UPER BOTIJA (PATIO DE CARRETERA)	Ubicación del sensor	SOBRE EL ASIENTO
Nombre del supervisor:	LIZDANIA MATUS	Equipo / maquinaría utilizado	CAMIÓN VOLQUETE

Verificación del sensor de mano/brazo (SEN041F)	Ejes:	Y	X	Z
	Inicial			
	Final			

E.P.P./ Controles anti-vibraciones:	ASIENTO CON SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN	Brazo dominante	N/A

Actividades realizadas durante la medición:	Ejes monitoreados	Hora inicial	Hora final	Duración
* TRANSPORTE DE AGREGADO	X; Y; Z.	8:06 AM	8:36 AM	30 MIN
Tiempo de exposición efectivo:	6 HORAS APROX.	Jornada laboral (horas)		8 HORAS

Observaciones

* LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS FORMAN PARTE DE LA FASE DE CUIDO Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

Elaborado por:	JONATHAN CORRO	Firma:	[firma]
Dep.Higiene; Aprobado por	DAYANIS BLANCO	Firma:	[firma]

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

ISO 9001 IQNet CARBONO NEUTRO

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO					RE-33
Datos generales					
Nombre del proyecto:	Mina de Cobre Panamá				
Ubicación:	Puerto - Punta Rincón		Fecha:	7 octo. 2024	
Promotor:	Minera Panamá, SA		Persona de Contacto:	Katiuska Hernández	
Teléfono:	6188-8517		e-mail:	Katiuska.Hernandez@fqml.	
Información General					
Tipo de medición:	Vibraciones de Cuerpo Entero		Nombre del colaborador:	Rosendo Mora	
Modelo del vibrómetro y sensor	HVM200 + SEN027		Cargo del colab.	operador tipo 1	
Coordenadas (UTM WGS 84):	991752N / 532264E		ID. de la maquinaria o herramienta	GRL103	
Área/ sitio de inspección:	Carretera hacia Puerto Km 6		Ubicación del sensor	Sobre el asiento	
Nombre del supervisor:	Lisdania Matus		Equipo / maquinaría utilizado	Motoniveladora	

Verificación del sensor de mano/brazo (SEN041F)	Ejes:	Y	X	Z
	Inicial	—	—	—
	Final	—	—	—

E.P.P./ Controles anti-vibraciones:	asiento con sistema de amortiguación	Brazo dominante	N/A

Actividades realizadas durante la medición:	Ejes monitoreados	Hora inicial	Hora final	Duración
* Mantenimiento de vías * Colocación de capa base	X; Y; Z.	9:14 am	9:44 am	30 min

Tiempo de exposición efectivo:	6 horas	Jornada laboral (horas)	8 horas

Observaciones

las actividades realizadas forman parte de la fase de cuido y mantenimiento del proyecto.

Elaborado por:	Jonathan Corro	Firma:	[firma]
Dep.Higiene; Aprobado por	Dayanis Blanco	Firma:	[firma]

CODESA
CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

ISO 9001 icontec · IQNet · CARBONO NEUTRO

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO			RE-33
Datos generales			
Nombre del proyecto:	MINA DE COBRE PANAMÁ		
Ubicación:	PUERTO – PUNTA RINCÓN	Fecha:	7 Oct 2024
Promotor:	MINERA PANAMÁ, SA	Persona de Contacto:	KATIUSKA HERNÁNDEZ
Teléfono:	6168-8517	e-mail:	Katiuska.Hernandz@pml

Información General			
Tipo de medición:	VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO	Nombre del colaborador:	ISMAYKEL SÁNCHEZ
Modelo del vibrómetro y sensor	HVM200 + SEN027	Cargo del colab.	OPERADOR TIPO 4
Coordenadas (UTM WGS 84):	991752 N / 532264 E	ID. de la maquinaria o herramienta	CON03
Área/ sitio de inspección:	CARRETERA HACIA PUERTO KM 6	Ubicación del sensor	SOBRE EL ASIENTO
Nombre del supervisor:	LIZDANIA MATUS	Equipo / maquinaría utilizado	ROLA ó VIBRO COMPACTADORA

Verificación del sensor de mano/brazo (SEN041F)	Ejes:	Y	X	Z
	Inicial	/	/	/
	Final	/	/	/

E.P.P./ Controles anti-vibraciones:	ASIENTO CON AMORTIGUACIÓN	Brazo dominante	N/A

Actividades realizadas durante la medición:	Ejes monitoreados	Hora inicial	Hora final	Duración
* COMPACTACIÓN DE VÍAS	X; Y; Z.	10:56 am	11:26 am	30 min

Tiempo de exposición efectivo:	5 HORAS	Jornada laboral (horas)	8 HORAS

Observaciones

* LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS FORMAN PARTE DE LA FASE DE CUIDO Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

Elaborado por:	VIANKA GAMBOA	Firma:	[firma]
Dep.Higiene; Aprobado por	DAYANIS BLANCO	Firma:	[firma]

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.







HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto:	Mina de Cobre Panamá			
Ubicación:	Donoso, Colón	Fecha:	2 oct 2024	
Promotor:	Minera Panamá, SA	Persona de Contacto:	Katiuska Hernández	
Teléfono:	6168-8517	e-mail:	Katiuska.Hernandez@fqml.com	
Información General				
Tipo de medición:	Vibraciones de Cuerpo Entero	Nombre del colaborador:	Rodrigo Camargo	
Modelo del vibrómetro y sensor	HVM200 + SEN027	Cargo del colab.	operador Tipo 3	
Coordenadas (UTM WGS 84):	979381N / 538974E	ID. de la maquinaria o herramienta	HT078	
Área/ sitio de inspección:	WR6 - TMF	Ubicación del sensor	Sobre el asiento	
Nombre del supervisor:	Abdiel Abrego	Equipo / maquinaría utilizado	Camion articulado	

Verificación del sensor de mano/brazo (SEN041F)	Ejes:	Y	X	Z
	Inicial			
	Final			

E.P.P./ Controles anti-vibraciones:	asiento con sistema antivibratorio	Brazo dominante	N/A

Actividades realizadas durante la medición:	Ejes monitoreados	Hora inicial	Hora final	Duración
* Acarreo de zona 7	X; Y; Z.	8:54am	9:24am	30min

Tiempo de exposición efectivo:	6 horas	Jornada laboral (horas)	8 horas

Observaciones

* Las actividades desarrolladas forman parte de las actividades de la fase de Cuido y mantenimiento del Proyecto

Elaborado por:	Jonathan Corro	Firma:	[firma]
Dep.Higiene; Aprobado por	Dayanis Blanco	Firma:	[firma]

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.





HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO						RE-33
Datos generales						
Nombre del proyecto:	Mina de Cobre Panamá					
Ubicación:	Donoso, Colón		Fecha:	3 oct. 2024		
Promotor:	Minera Panamá, S.A		Persona de Contacto:	Katiuska Hernández		
Teléfono:	6188-8517		e-mail:	Katiuska.Hernandez@fqml...		
Información General						
Tipo de medición:	Vibraciones de Cuerpo Entero		Nombre del colaborador:	Luis Moran		
Modelo del vibrómetro y sensor	HVM200 + SEN027		Cargo del colab.	operador de equipo		
Coordenadas (UTM WGS 84):	983146N - 537249E		ID. de la maquinaria o herramienta	DZ039		
Área/ sitio de inspección:	Celda #11 - Presa Norte		Ubicación del sensor	sobre el asiento		
Nombre del supervisor:	Abdier Abrego		Equipo / maquinaría utilizado	Bulldozer		
Verificación del sensor de mano/brazo (SEN041F)	Ejes:	Y	X	Z		
	Inicial	—	—	—		
	Final	—	—	—		
E.P.P./ Controles anti-vibraciones:	asiento con sistema de amortiguación		Brazo dominante	N/A		
Actividades realizadas durante la medición:	Ejes monitoreados		Hora inicial	Hora final	Duración	
* Conformación del corredor de tubería	X; Y; Z.		2:34 pm	3:04 pm	30 min	
Tiempo de exposición efectivo:	6.5 horas		Jornada laboral (horas)	8 horas		
Observaciones						
* Las actividades descritas forman parte de la fase de cuido y mantenimiento del proyecto.						
Elaborado por:	Jonathan Carro		Firma:	[firma]		
Dep.Higiene; Aprobado por	Dayanis Blanco		Firma:	[firma]		

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.






HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO / MANO-BRAZO				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto:	Mina de Cobre Panamá			
Ubicación:	Donoso, Colón	Fecha:	3 oct 2024	
Promotor:	Minera Panamá, SA	Persona de Contacto:	Katiuska Hernández	
Teléfono:	6188-8517	e-mail:	Katiuska.Hernandez@fqml.com	
Información General				
Tipo de medición:	Vibraciones de Cuerpo Entero	Nombre del colaborador:	Alcibiades Vasquez	
Modelo del vibrómetro y sensor	HVM200 + SEN027	Cargo del colab.	operador tipo III	
Coordenadas (UTM WGS 84):	978429 N / 537128 E	ID. de la maquinaria o herramienta	6RL04	
Área/ sitio de inspección:	SUP 29 - Tajo Botija	Ubicación del sensor	Sobre el asiento	
Nombre del supervisor:	Jorge gonzález	Equipo / maquinaría utilizado	Motoniveladora	

Verificación del sensor de mano/brazo (SEN041F)	Ejes:	Y	X	Z
	Inicial			
	Final			

E.P.P./ Controles anti-vibraciones:	asiento con sistema antivibratorio o de amortiguamiento	Brazo dominante	N/A

Actividades realizadas durante la medición:	Ejes monitoreados	Hora inicial	Hora final	Duración
*Conformación de vías	X; Y; Z.	9:09 am	9:39 am	30min

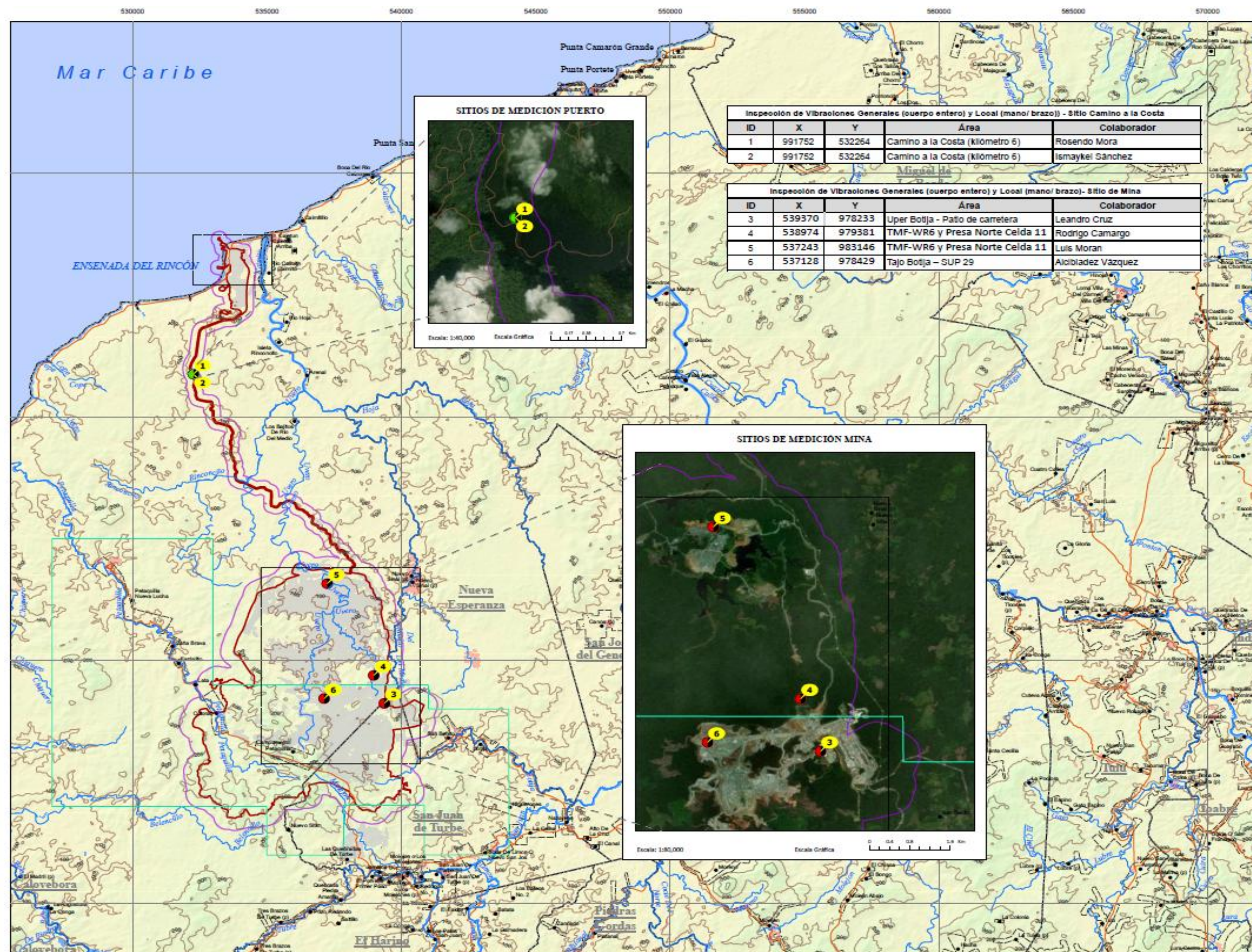
Tiempo de exposición efectivo:	6.5 horas	Jornada laboral (horas)	8 horas

Observaciones

*las actividades realizadas forman parte de la fase de cuido y preservación del proyecto

Elaborado por:	Kenilka Gamboa	Firma:	[firma]
Dep.Higiene; Aprobado por	Dayanis Blanco	Firma:	[firma]

Anexo 2.3.6. Mapa de Ubicación de las Mediciones de Vibraciones Generales (Cuerpo Entero)



Inspección de Vibraciones Generales (cuerpo entero) y Local (mano/ brazo)) - Sitio Camino a la Costa				
ID	X	Y	Área	Colaborador
1	991752	532264	Camino a la Costa (kilómetro 6)	Rosendo Mora
2	991752	532264	Camino a la Costa (kilómetro 6)	Ismaykel Sánchez

Inspección de Vibraciones Generales (cuerpo entero) y Local (mano/ brazo)- Sitio de Mina				
ID	X	Y	Área	Colaborador
3	539370	978233	Uper Botija - Patio de carretera	Leandro Cruz
4	538974	979381	TMF-WR6 y Presa Norte Celda 11	Rodrigo Camargo
5	537243	983146	TMF-WR6 y Presa Norte Celda 11	Luis Moran
6	537128	978429	Tajo Botija – SUP 29	Alcibiadez Vázquez

